Aus dem Institut für Anaesthesiologie und Transfusionswesen
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. R. Schorer

Zwei Methoden zur Eindämmung des Temperaturverlustes während Anästhesie und Operation

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
MARTIN HÖFFKES
aus Visbek

1985

Univ.
Library
Calif.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546514_0094

Aus dem Institut für Anaesthesiologie und Transfusionswesen
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. R. Schorer

Zwei Methoden zur Eindämmung des Temperaturverlustes während Anästhesie und Operation

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
MARTIN HÖFFKES
aus Visbek

1985

Dekan: Professor Dr. H. D. Waller
1. Berichterstatter: Professor Dr. V. Hempel
2. Berichterstatter: Professor Dr. V. M. Roemer

Druck: Zeeb-Druck, Tübingen 7 (Hagelloch)

Inhaltsverzeichnis

Einleitung Seite 1

Methodik und Patienten 5

Ergebnisse 12

Diskussion

Temperaturmessung 22

Faktoren, die den Wärmeverlust beeinflussen

-Raumtemperatur 25

-Zeit 26

-Anästhetika 27

-Art des Eingriffes 29

-Alter der Patienten 31

-Geschlecht der Patienten 32

-Körperliche Konstitution der Patienten 32

-Infusionen 32

Beobachtung verschiedener Autoren über die Höhe des intraoperativen Temperaturverlustes 33

Überlegungen zu den verschiedenen Wirkmechanismen der Wärmematte und der Folie 37

Aussagekraft des beobachteten Effektes der Wärmematte und der Folie im Hinblick auf zusätzliche Variabele 4o

Wertung der Ergebnisse 42

In der Literatur beschriebene Versuche zur Vermeidung intraoperativer Wärmeverluste 44

Zusammenfassung 47

Literaturverzeichnis 49

Einleitung

Seit langem ist bekannt,daß sich unter Narkose die Körpertemperatur verändern kann. Es wurde beobachtet, daß die Temperatur steigen oder fallen kann. Kappeler (28) berichtet schon 188o über fallende Körpertemperaturen unter Aethernarkose. Knight (31) beobachtete 1932 ansteigende Temperaturen, schilderte sogar das Auftreten von Hitzschlägen, insbesondere während der Sommermonate.

Mit dem Einbau von Klimaanlagen in die Operationssäle war es nun möglich, die Temperaturen und die Luftfeuchtigkeit niedriger zu halten,und damit angenehmere Arbeitsbedingungen für das Operationsteam zu schaffen. Diese Bedingungen begünstigen jedoch das Auskühlen des anästhesierten Patienten. Seitdem berichten zahlreiche Autoren, daß die Körpertemperatur der meisten Patienten während der Operation abfällt. Der homoiotherme Mensch wird unter Allgemeinnarkose poikilotherm. Er verfügt nicht mehr über die Mechanismen, die der Aufrechterhaltung der Normothermie dienen.

Durch die Ausschaltung des Bewußtseins kommen die erworbenen, der Willkür unterliegenden Reflexe nicht mehr zum Tragen. Diese bestehen beim wachen Menschen vor allem darin, kühlende oder wärmende Umgebung oder Einflüsse aufzusuchen, die Isolierung des Körpers durch Kleidung oder Decken zu vermehren oder zu verringern.

Auch die körpereigenen, vegetativen oder neutral gesteuerten Antworten des Organismus auf Änderungen der klimatischen Bedingungen sind behindert oder aufgehoben:

Behmann (4) zeigte, daß der Anteil der Wärmeproduktion, der einen Versuch der Kompensation von Wärmeverlusten darstellt, abhängig ist von der Narkosetiefe und der Körpertemperatur. So war der Anteil der regulatorischen Wärmebildung in " mittlerer Narkosetiefe " geringer als in " leichter Narkose " und verringerte sich mit dem Absinken der Körpertemperatur. Auch die Wärmebildung

durch Muskelzittern wird durch die für die Operation herbeigeführte Muskelrelaxation verhindert. Gleichzeitig greift die Anästhesie auch in den Versuch des Körpers ein,sich gegen Wärmeverluste an die Umwelt durch Vasokonstriktion in der Peripherie zu schützen. Die Anästhesie ruft eine einer kalten Umgebung inadäquaten Vasodilatation hervor. Die Peripherie wird wärmer, die Hauttemperatur steigt an. (48).

Der narkotisierte Patient steht somit Kälteeinflüssen schutzlos gegenüber. Bei der Einleitung der Narkose und der Vorbereitung zur Operation liegt er zeitweise un- oder wenig bedeckt dar. Größere Hautflächen werden mit Flüssigkeiten gewaschen, die dem Körper durch Verdunstungen Wärme entziehen. Volumenersatz wird meist mit Raumtemperatur, Transfusionen werden oft erheblich kälter zugeführt.
Je nach Art der Operation werden Wundflächen geschaffen und seröse Oberflächen freigelegt, die dann Verdunstungsoberflächen bilden.

So ist das Absinken der Kerntemperatur unter die Grenze zur Hypothermie, die die British Medical Association (8) mit 35 ° C definiert, keine Seltenheit.
Mit dem Abfall der Körpertemperatur sinkt gleichzeitig die Stoffwechselrate der Gewebe, entsprechend der RGT, der Van't Hoffschen Regel, ersichtlich an der Abnahme der Gesamtkörpersauerstoffaufnahme (3o). Damit vergrößert sich die Zeitspanne, die die Gewebe bis zur Funktionsstörung, zum Funktionsausfall und dann zum Strukturverfall unter den Bedingungen der Ischämie überdauern können (29).
Dieses wurde 1952 von Lewis und Taufic (33) für die erste erfolgreiche Anästhesie in Hypothermie genutzt. Damals wurde eine Herzoperation mit Kreislaufunterbrechung durchgeführt. Dem Verfahren der Hypothermie verhalfen Swan und Mitarbeiter (54) 1953 durch die erste Serie offener Pulmonalstenosenkorrekturen zum Durchbruch.

Die Hypothermie erscheint jedoch nur dann von Vorteil, wenn die Notwendigkeit besteht, Gewebe trotz reduzierter Blutzirkulation lebensfähig zu erhalten. Es ergeben sich auch negative Aspekte der Hypothermie.
Mit Abklingen der Narkose wird die Temperaturregelung wieder in Kraft gesetzt. Der Körper muß den entstandenen Wärmeverlust ausgleichen. Das geschieht über zitterfreie Wärmebildung und häufig über Kältezittern. Die dazu erforderliche Steigerung der Stoffwechselrate zieht einen entsprechenden Sauerstoffbedarf nach sich. Roe (45) berechnete bei einem Abfall der Rectaltemperatur um o.3 bis 1.2 ° C einen Sauerstoffverbrauch, der post-operativ um durchschnittlich 92% gegenüber der präoperativen Phase gesteigert war.
Bay (3) stellte einen Zusammenhang zwischen postoperativem Kältezittern und dem Sauerstoffverbrauch fest. Bei Patienten, die postoperativ zitterten, war der Sauerstoffverbrauch auf 135 bis 486% des Basalwertes gesteigert.
Patienten, die nicht zitterten, zeigten keinen gesteigerten Sauerstoffverbrauch.

Den nach Hypothermie drastisch gesteigerten Sauerstoffbedarf zu decken, kann für viele Patienten problematisch werden. Nach thoracalen und größeren abdominellen Operationen ist eine Steigerung der Ventilation physikalisch schwierig und schmerzhaft. Bei vorbestehenden kardialen und pulmonalen Erkrankungen stellen die gewachsenen Ansprüche gerade an diese Systeme eine gefährliche Belastung dar.
Subjektiv wird der Wärmeverlust und das Frieren als höchst unangenehm erlebt.
Bei erlittenem Wärmeverlust tritt mit abklingender Anästhesie die vorher medikamentös verhinderte, nicht erwünschte Vasokonstriktion der Peripherie auf.
Etwa ab 197o veröffentlichen verschiedene Autoren Resultate über Bemühungen, eine negative Wärmebilanz

während Anästhesie und Operation zu verhindern.
Dabei kamen verschiedene Methoden zur Anwendung.
Auf die entsprechenden Arbeiten wird in der Diskussion
näher eingegangen. Dabei werden unterschiedliche, teils
widersprüchliche Ergebnisse angegeben. Auch wird über
Komplikationen berichtet, so daß keine allgemein
akzeptierte Lösung dieses Problems zu existieren scheint.
Diese Untersuchung soll ein weiterer Versuch sein,
eine praktikable Methode zu finden, den Wärmeverlust
während Anästhesie und Operation gering zu halten.

Methodik und Patienten

Patientengruppen

Für diese Untersuchung wurde der Temperaturverlauf von insgesamt 51 Patienten vor, während und nach Anästhesie und Operation verfolgt.

Es wurden 3 Gruppen gebildet:

17 Patienten lagen von Beginn der Einleitungsphase bis zum Ende der Operation auf einer Wärmematte. Die Wärmematte der Firma Hirtz und Co., Typ Hico Thermomat, enthält 12 elektrische Heizelemente und ist an ein elektronisches Steuergerät angeschlossen, das über 2 Thermistoren in der Wärmematte rückgekoppelt wird.
Die Matte wurde auf 41° C aufgeheizt.

11 Patienten wurden nach der Umlagerung auf den Operationstisch über dem Operationshemd von den Füßen bis zum Hals mit einer reflektierenden Folie bedeckt, so daß nur der Kopf und der ausgelagerte Arm von der Folie unbedeckt blieben. Die Enden der Folie wurden unter den Körper der Patienten geschlagen. Die Folie der Firma Söhngen mit der Bezeichnung Sirius-Rettungsdecke, besteht aus 12-my starkem Polyester, das im Hochdruckvakuumverfahren mit Aluminium bedampft wurde.

Bei der Kontrollgruppe, aus 23 Personen bestehend, wurden keine Maßnahmen zur Vermeidung von Wärmeverlusten ergriffen.
Alle Operationen, denen sich die Patienten der Gruppe mit Folie unterzogen, waren Eingriffe aus dem HNO-Fachgebiet.
Die Patienten der beiden anderen Gruppen unterzogen sich gynäkologischen, allgemein- oder unfallchirurgischen Eingriffen. Nähere Angaben über die Patienten und die Operationen können aus der Tabelle Nr. 1 entnommen werden.

	Gruppe mit Wärmematten	Gruppe mit Aluminiumfolie	Kontroll-Gruppen
Zahl der Patienten	17	11	23
Geschlechtvtlg. (weibl./männl.)	7:1o	4:7	15:8
Alter(Jahre)± s	46,76± 17,45	4o,18± 16,19	52,91± 16,87
min-max.	22-8o	19-66	14-79
Gewicht (kg) ± s	7o± 21,23	7o,3± 12,21	74,4± 13,o9
min-max.	38-135	54-85	51-113
Größe (cm) ± s	171,1± 1o,8o	173,4± 1o,25	166,7± 6,96
min-max.	156-192	162-19o	145-184
Operations-dauer (min.) ± s	118,o± 75,41	9o± 33,62	122,6± 44,78
min-max.	5o-35o	35-16o	55-2o5
Operationen (abdominell/ extraabdominell)	6:11	0:11	12:12
Temperatur im OP-Saal (°C) min-max.	2o,41 19-21	19 alle 19	2o,5 19-22
Infundierte Flüssigkeiten (ml/std.)	611,9	293,2	794,7

Tabelle Nr. 1
Angaben zu den Patienten und den Operationsbedingungen in den drei Gruppen.

Im Operationssaal wurde das Operationsgebiet durch Waschen der Haut mit 7o %igem Methylalkohol und Desinfektion mit Betaisodona-Lösung vorbereitet. Die Patienten wurden zwei- bis dreilagig mit sterilen Leinentüchern bedeckt.

Narkoseführung

Als Prämedikation wurde in den meisten Fällen 5 mg Piritramid, 25 mg Promethazin und o,5 mg Atropin intramuskulär injiziert.
Dieses Schema wurde für einzelne Patienten geändert: In der Gruppe mit Wärmematten erhielten 2 Patienten nur 25 mg Pormethazin und Atropin. Bei einem Patienten wurde die Piritramiddosis auf 7.5 mg erhöht, eine Patientin wurde ohne Prämedikation anästhesiert.
Die Patienten der Gruppe mit Folie wurden alle mit 5 mg Piritramid, 25 mg Promethazin und o,5 mg Atropin prämediziert. In der Kontrollgruppe erhielten 5 Patienten nur 25 mg Promethazin und dazu Atropin, eine Patientin erhielt 5 mg Droperidol, o,1 mg Fentanyl und Atropin.
Alle Anästhesien wurden in Intubation und mit kontrollierter Beatmung durchgeführt.
Zur Intubation wurde allen Patienten 1.5 mg Alcuronium injiziert. Zusätzlich wurde Suxamethonium in einer Dosierung von o,75-1 mg/kg gegeben. Bei einigen Patienten wurde die Suxamethoniumapplikation in geringerer Dosis einmalig wiederholt. Vier Patienten der Gruppe mit Wärmematten und 4 Patienten der Kontrollgruppe erhielten kein Suxamethonium.
Alle Patienten wurden in der Regel mit einem Gemisch aus 7o Vol.% N_2O und 3o Vol.% O_2 beatmet. Als Anästhesiegerät diente ein Engström ECS 2000.
Über die unterschiedlichen Anästhetika und nicht depolarisierenden Muskelrelaxantien gibt die Tabelle Nr. 2 Auskunft.
Während der Narkose gegebenes Fentanyl wurde zum Ende der Operation mit o,4 mg Naloxon antagonisiert.

Tabelle Nr. 2

Anästhesieverfahren und Dosierungen bei den drei Gruppen.

Anästhesie-verfahren	Flunitra-/Ketamin/Enfluran zepam			Eto- /Enfluran/Fentanyl midat			Diaze-/Fentanyl pam		Muskelre-Laxantien
Dosierung	mg	mg/std.	Vol%	mg	Vol.%	mg/std.	mg	mg/std.	
Gruppe mit Wärmematten	6 Pat.: 1,17	87,8o	o,61	11 Pat.: 20	1,16	o,218	----	---------	8 Pat. Alcuronium 6,2 mg/std. 2Pat. 1x je 4mg Pancuronium
Gruppe mit Folie	----------			1 Pat.: 2o	1,4	-------	1o Pat.: 12,5	o,592	2 Pat.: Alcuronium 6,2 mg/std.
Kontroll-gruppe	9 Pat.: 1,o6	1o8	o,48	13 Pat.: 19,23	1,19	o.177	1 Pat.: 1o	o,514	14 Pat. Alcuronium 7,36 mg/std. 2 Pat. Pancuronium je 1x4 mg

Die Tabelle enthält die Anzahl der Patienten der einzelnen Gruppen unter der jeweils gegebenen Anästhetikakombination mit Mittelwerten der einzelnen Dosierungen.

Infusionstherapie

Allen Patienten wurde während der Operation Volumenersatz, zum größten Teil Elektrolytlösungen, jedoch auch Hydroxyäthyl- und Albuminlösungen infundiert. Im Mittel bekamen die Patienten der Gruppe mit Wärmematte 611,9 ml/std., die Patienten der Gruppe mit Folie 291,2 ml/std. und die Patienten der Kontrollgruppe 794,7 ml/std. infundiert. Alle Infusionen hatten Raumtemperatur. Ein Patient der Wärmemattengruppe erhielt ab der 7o. Minute, ein anderer ab der zweiten Stunde Bluttransfusionen. 2 Patienten der Kontrollgruppen erhielten ab der 2. Stunde Transfusionen.

Temperaturmessung

Vor Einleitung der Narkose wurde mit einem Quecksilbertermometer sublingual Temperatur gemessen. Nach der Einleitung wurde eine flexible Temperatursonde über den nasalen Weg in den Ösophagus eingeführt. Die Sonde der Firma Hellige mit der Bezeichnung YSI Nr. 4o1 arbeitet über Messung des elektrischen Widerstandes in Abhängigkeit von der Temperatur. Eine zweite Sonde des gleichen Typs wurde zwischen die Schulter des ausgelagerten Armes und die Oberfläche des Operationstisches bzw. der Wärmematte gelegt. Die Temperatur der beiden Sonden wurde kontinuierlich über einen digitalen Temperaturmonitor der Firma Hellige Typ Servomed Kompakt Monitor SMK 154-7, verfolgt.
Die Temperatursonde, die in den Ösophagus eingeführt worden war, wurde postoperativ belassen und die Temperatur weiterverfolgt. Sie wurde entfernt, wenn die Temperatur sich stabilisiert hatte, oder wenn Beschwerden auf Grund der Sonde auftraten.
Die Temperatur im Operationssaal wurde an dem elektrischen Thermoelement des Steuerteiles der Klimaanlage an der Wand des Operationssaales abgelesen.

Blutgasanalyse und Blutzucker

Auf der Aufwachstation wurde allen Patienten entweder aus der Arteria radialis oder der Arteria femoralis Blut entnommen. Das geschah im Mittel 29 Min. und 59 Sek. nach Beendigung der Narkosegaszufuhr, in der Gruppe mit Folie jedoch im Schnitt 1o Minuten früher als in den beiden anderen Gruppen. Es wurde eine Blutgasanalyse gemacht und der Blutzuckergehalt bestimmt. Als Geräte dienten dazu ein pH/Blood gas analyzer IL 413 der Firma Instrumentation Laboratory und ein Reflomat der Firma Labora Mannheim zusammen mit Reflotest-Glucose-Teststreifen der Firma Boeringer Mannheim.

Liste der verwendeten Pharmaka:

N_2O	Stickoxydul Hoechst
Enfluran	Ethrane, Abbott
Fentanyl	Fentanyl Janssen
Ketamin-HCL	Ketanest, Parke-Davis
Thiopental-Natrium	Trapanal, Byk Gulden
Flunitrazepam	Rohypnol, Roche
Diazepam	Valium, Roche
Etomidat	Hypnomidate, Janssen
Dehydrobenzperidol	Droperidol, Janssen
Naloxon	Narcanti, Du Pont De Nemours (Deutschland)
Piritramid	Dipidolor, Janssen
DHB + Fentanyl	Thalamonal, Janssen
Promethazin	Atosil, Tropon
Atropinsulphat	Atropinsulfat Drobena
Pancuronium	Pancuronium "Organon", Organon Teknika
Alcuronium	Alloferin, Roche
Suxamethoniumchlorid	Succinyl-Asta

Ergebnisse

Die Mittelwerte der intraoperativ gemessenen Ösophagustemperaturen und der Hauttemperaturen unter der Schulter des ausgelagerten Armes sind in der Tabelle Nr. 3 und in den Diagrammen Nr. 1,2 und 3 dargestellt.

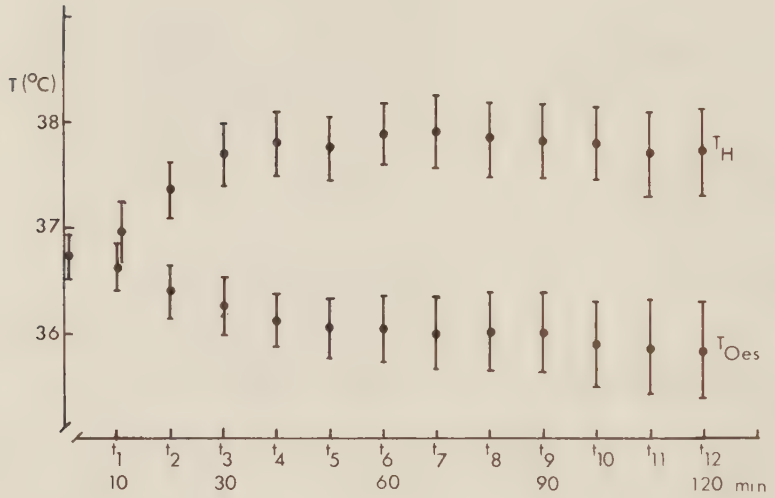

Diagramm Nr. 1
Gruppe mit Wärmematte
Mittelwerte und Standardabweichungen der Ösophagustemperaturen und der Temperaturen unter der Schulter des ausgelagerten Armes in Abhängigkeit von der Zeit nach Einleitung der Narkose.

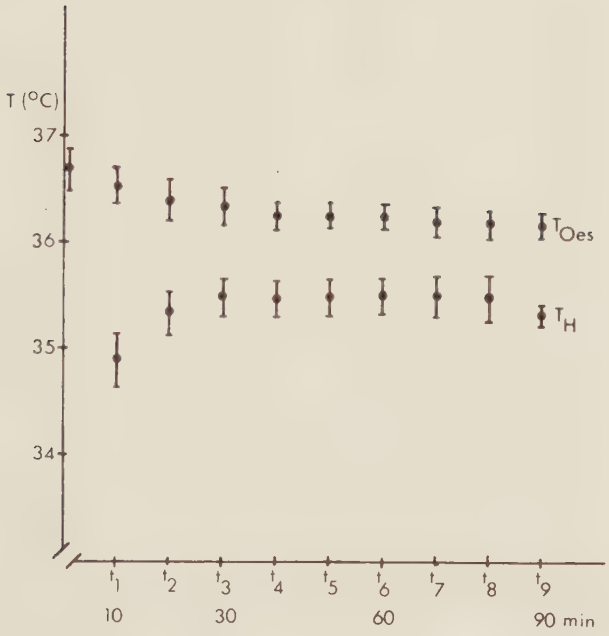

Diagramm Nr. 2
Gruppe mit Aluminiumfolie.
Mittelwerte und Standardabweichungen der Ösophagus-temperaturen und der Temperaturen unter der Schulter des li. Armes in Abhängigkeit von der Zeit nach Narkose-einleitung.

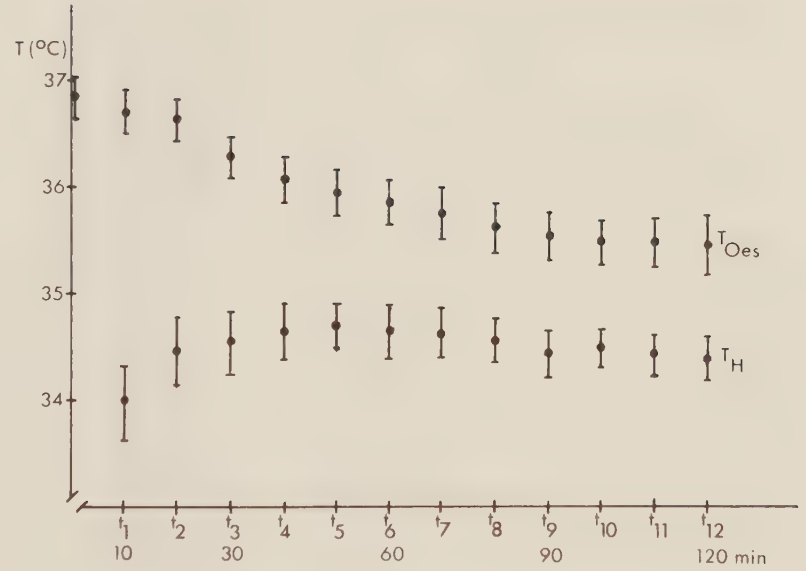

Diagramm Nr.3 Kontrollgruppe.
Mittelwerte und Standardabweichungen der Ösophagustemperaturen und der Temperaturen unter der Haut des ausgelagerten Armes der Patienten der Kontrollgruppe.

Minuten nach Einleitung	0	1o	2o	3o	4o	6o	8o	1oo	12o	14o
Zeitpunkt	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_6	t_8	t_{10}	t_{12}	t_{14}
Gruppe mit Matte (°C) ± s	36,72 ±o,41	36,62 ±o,46	36,43 ±o,47	36,27 ±o,54	36,12 ±o,55	36,o5 ±o,62	36,o2 ±o,74	35,9o ±o,82	35,86 ±o,95	
Gruppe mit Folie (°C) ± s	36,7o ±o,41	36,53 ±o,34	36,41 ±o,1o	36,35 ±o,34	36,27 ±o,23	36,27 ±o,24	36,19 ±o,25			
Kontrollgruppe (°C) ± s	36,86 ±o,14	36,72 ±o,39	36,51 ±o,37	36,29 ±o,4o	36,o7 ±o,38	35,86 ±o,44	35,64 ±o,48	35,51 ±o,45	35,47 ±o,55	35,34 ±o,69

Tabelle Nr. 3
Mittelwerte und Standardabweichungen der Ösophagustemperaturen in Minuten nach Narkoseeinleitung.

Die vor der Narkoseeinleitung sublingual gemessenen Temperaturen waren in der Kontrollgruppe o,18 bzw. o,16°C höher als in den beiden anderen Gruppen.
Um bei diesen unterschiedlichen Ausgangswerten eine bessere Vergleichsmöglichkeit zu haben, wurde die Temperaturdifferenz in Schritten von 1o Minuten zum Betrag der Ösophagustemperatur 1o Minuten nach Einleitung der Anästhesie berechnet.
Siehe dazu Tabelle Nr. 4 und Diagramm Nr. 4 und 5.

Die Patienten, die in die Aluminiumfolie eingehüllt waren. hatten den geringsten Temperaturverlust. Der Unterschied gegenüber der Kontrollgruppe wurde in der 4o.Minute auf dem 5%-Niveau und ab der 5o. Minute auf dem 1%-Niveau signifikant. Gegenüber der Wärmemattengruppe war der Unterschied in der 6o. Minute auf dem 5%-Niveau signifikant.

Der Temperaturabfall der Patienten mit Wärmematte war geringer als der der Kontrollgruppe.
Der Unterschied wurde jedoch erst nach 7o Minuten mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1o% signifikant.
Deutliche Zusammenhänge zwischen Temperaturverlust und Narkoseführung, Alter oder Geschlecht der Patienten konnten nicht festgestellt werden.

Die zwischen der Schulter des ausgelagerten Armes und der Oberfläche des Operationstisches gemessenen Temperaturen lagen bei der Gruppe mit Folie unerwartet höher, als bei der Kontrollgruppe. Die Differenz betrug für alle gebildeten Mittelwerte jeweils fast 1°C und war auf dem 1%-Niveau signifikant.
Bei den Patienten, die auf der 41°C warmen Matte lagen, mißt die unter der Schulter liegende Sonde den lokalen Effekt der Wärmematte auf die direkt aufliegende Haut.

Tabelle Nr. 4

	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	d_8
Minuten nach Einleitung	2o	3o	4o	5o	6o	7o	8o	9o
Gruppe mit Matte	-o,19 ±o,11	-o,35 ±o,25	-o,46 ±o,33	-o,53 ±o,4o	-o,6o ±o,4o	-o,65 ±o,41	-o,7o ±o,46	-o,76 ±o,42
Gruppe mit Folie	-o,1o ±o,15	-o,17 ±o,2o	-o,22 ±o,28	-o,21 ±o,3o	-o,22 ±o,3o	-o,19 ±o,3o	-o,23 ±o,29	-o,23 ±o,29
Kontroll-gruppe	-o,2o ±o,17	-o,43 ±o,27	-o,65 ±o,29	-o,78 ±o,32	-o,81 ±o,3o	-o,94 ±o,46	-1,o1 ±o,52	-1,1o ±o,5o

Temperaturdifferenzen und Standardabweichungen der Ösophagustemperaturen zur Temperatur 1o Minuten nach Einleitung der Anästhesie.

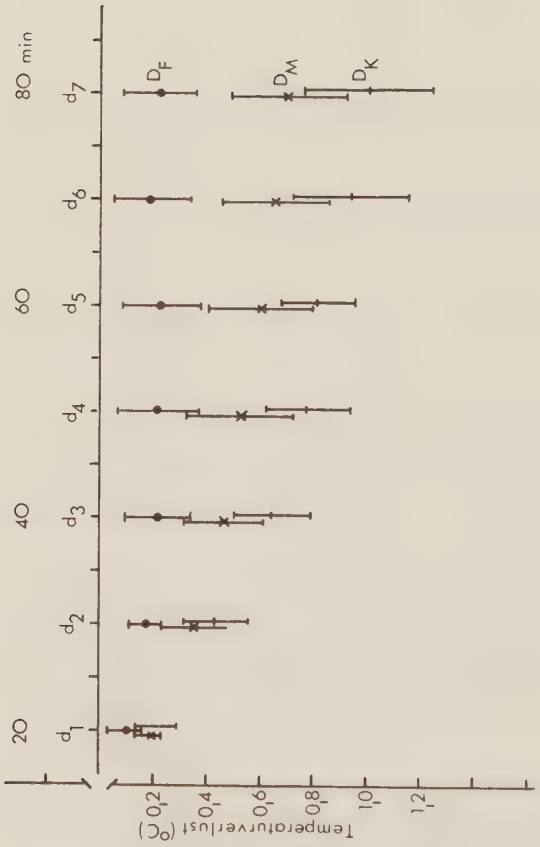

Diagramm Nr. 4

Differenzen der ösophagustemperatur gegenüber dem Wert 10 Minuten nach Einleitung der Narkose. Mittelwerte und Standardabweichungen dieser Differenzen für die Gruppe mit Aluminiumfolie D_F, mit Wärmematte D_M und für die Kontrollgruppe D_K.

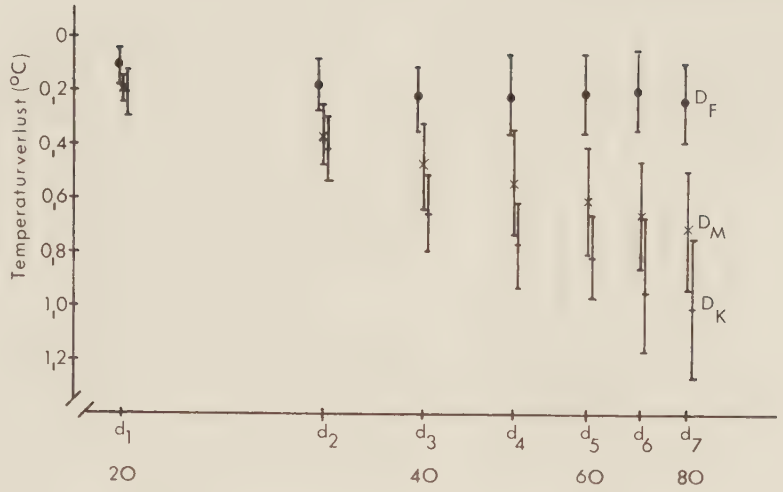

Diagramm Nr. 5
Temperaturdifferenzen der Ösophagustemperaturen gegenüber der Ösophagustemperatur 1o Minuten nach Einleitung der Narkose der Gruppen mit Folie D_F, mit Wärmematte D_M und der Kontrollgruppe D_K.
Mittelwerte und Standardabweichungen gegen den Logorhythmus der Zeit aufgetragen.

Die Ösophagustemperatur begann im Schnitt 1 Minute und 28 Sekunden , mit einer Standardabweichung von 14 Minuten und 3o Sekunden, nach Unterbrechung der N_2O-Zufuhr anzusteigen.
Das entspricht im Schnitt 6 Minuten und 49 Sekunden vor der Extubation. Dabei war die Geschwindigkeit des Anstieges, gerechnet vom Beginn des Temperaturanstieges bis zum Erreichen des Ausgangswertes, definiert als Ösophagustemperatur t_1(Temperatur 1o Minuten nach Einleitung der Anästhesie) unterschiedlich.
Die Geschwindigkeit des Anstieges konnte in der Gruppe mit Wärmematte für 1o, in der Kontrollgruppe für 18 Patienten errechnet werden. Die Mittelwerte betrugen für die Mattengruppe 2,11 °C/Std., für die Kontrollgruppe 1,29°C/Std. Der unerwartete Unterschied war auf dem 1%-Niveau signifikant. Deutliche Unterschiede der Geschwindigkeit der Wiedererwärmung ließen sich weder im Bezug auf erlittene Temperaturverluste, auf unterschiedliche Narkoseführung, auf das Alter der Patienten, noch auf die Dauer der Anästhesie finden.
In vielen Fällen stabilisierte sich die Temperatur postoperativ nicht auf dem präoperativen Niveau, das als Ösophagustemperatur $t_1 \pm$ 2°C definiert wurde.Bei der Patientengruppe mit Matte lagen 5 der 12 beobachteten Endpunkte der Temperatursteigerung zwischen o,5 und 3,4°C über t_1. Dabei erreichten 2 Patienten, die einen überschießenden Temperaturanstieg von 2,4 bzw. 3,4°C hatten, eine Ösophagustemperatur von 38,8 bzw. 39,3°C 55 bzw. 2oo Minuten nach Unterbrechung der Narkosegaszufuhr.
In der Kontrollgruppe gab es keine derartige Temperatursteigerung. Jedoch lag das Temperaturniveau von 8 der beobachteten 16 Endniveaus zwischen o,5 und 1,2°C über t_1. Die höchsten postoperativen Ösophaguswerte waren hier 37,7°C. Jeweils 1 Patient blieb ein halbes Grad unter der Ausgangstemperatur. Bei den Patienten, bei denen die Temperaturen die Ausgangstemperaturen überschritt, war

die Operationsdauer und der Temperaturverlust größer, als bei den Patienten, bei denen die Ausgangstemperatur nicht überschritten wurde.

Für die postoperativ gemessenen Blutzuckerwerte ergaben sich keine deutlichen Unterschiede zwischen den Patienten der Gruppe mit Wärmematten und denen der Kontrollgruppe. Die Durchschnittswerte waren 149 und 144 mg% mit einer Standardabweichung von 43.597 und 34.612 . Dagegen lag der durchschnittliche Blutzuckerwert in der Gruppe mit Folie mit 112 mg% deutlich niedriger.

Der Unterschied war gegenüber der Gruppe mit Wärmematte auf dem 1%-Niveau und gegenüber der Kontrollgruppe auf dem 5%-Niveau signifikant.
Innerhalb der Gruppe mit Wärmematte und der Kontrollgruppe war kein Zusammenhang zwischen Höhe des Blutzuckers und der Operationsdauer, dem Alter der Patienten oder der Art des Eingriffes nachweisbar.

Diskussion

Temperaturmessung

Um eine Aussage über den Wärmeverlust oder Gewinn des menschlichen Körpers treffen zu können,muß der Wärmegehalt des Körpers messbar sein. Die Temperatur als Maß des Wärmegehaltes ist jedoch in den Geweben unterschiedlich. Schematisierend kann ein Körperkern und eine Schale unterschieden werden. So ist der Wärmegehalt des Körpers nur aus einzelnen Temperaturmessungen zu berechnen.
Burton und Edholm (1o) berechnen 1955 die durchschnittliche Körpertemperatur aus der Summe von 7o% des Betrages der Kerntemperatur und 3o% des Betrages der Hauttemperatur. Als Repräsentant der Kerntemperatur wird die Rectaltemperatur angenommen.
In die Hauttemperatur gehen drei Meßpunkte ein, nämlich die Temperatur am Unterarm,an der Wade und auf dem Bauch. House und Vale (27) benutzen diese Formel, um Nomogramme zur Berechnung des Wärmegehaltes und des Wärmeverlustes zu erstellen. Dabei berechnen sie den Wärmegehalt des Körpers in Kilokalorien aus dem Produkt der durchschnittlichen Körpertemperatur mit dem Körpergewicht und mit o,83 als Konstante für die spezifische Wärme der Gewebe. Diese Formel, die von Vale und Lunn 1966 (58), Dyde und Lunn 197o (17) und Vale 1972 (56) verwandt worden ist, um den Wärmegehalt und seine Veränderungen während Allgemeinnarkose und Operation zu untersuchen, enthält jedoch eine Ungenauigkeit. Ramanathan (43) vergleicht die von House und Vale benutzte Formel mit einer von Hardy und Du Bois (25) beschriebenen Formel, die sich aus 7 Meßpunkten zusammensetzt,und die als guter Schätzer der durchschnittlichen Hauttemperatur gewertet wird. Er kommt zu dem Ergebnis, daß die von House und Vale genutzte Formel die durchschnittliche Hauttemperatur nicht besser repräsentiert als die Hauttemperatur an

der medialen Oberschenkelseite,und erweitert die Formel von Burton und Edholm um diesen einen Meßpunkt.
Shanks (49) vergleicht 11 Formeln zur Berechnung der Hauttemperatur mit einer Formel, die sich auf 15 Meßpunkte stützt. In dieser Formel wird jedem Meßpunkt ein Faktor zugeordnet, der dem Verhältnis der repräsentierten Fläche zur gesamten Oberfläche entsprach. Shanks stellte fest, daß die Genauigkeit der Form mit der Anzahl der Meßpunkte steigt, und empfiehlt , falls Genauigkeit erwünscht würde, eine Formel zu benutzen, in die mindestens 1o Meßpunkte eingehen. Die nach Ramanathan und die nach Burton und Edholm errechneten Ergebnisse hatten in 32% bzw. in 41% der Fälle eine Abweichung von mehr als o,5°C von den Werten, die nach der beschriebenen Vergleichsformel nach Shanks errechnet wurden.
Um eine Wärmebilanz erstellen zu können, wären also umfangreiche Messungen und Rechnungen erforderlich.
Der Vorteil einer Wärmebilanz gegenüber Temperaturmessungen an einer Stelle des Körpers liegt darin, daß Änderungen des Wärmegehaltes des ganzen Körpers von denen einzelner Gewebe unterschieden werden können. Das wäre besonders in Hinsicht auf gravierende Änderungen der Durchblutung der Peripherie von Bedeutung. So kann die Auskühlung der Peripherie durch Vasokonstriktion mit einer Steigerung der Kerntemperatur einhergehen (9).
Andererseits kann die Vasodilatation, wie sie durch die Anästhesie hervorgerufen wird, die Temperatur der Peripherie auf Kosten des Kerns erhöhen.
Als Meßpunkte der Kerntemperatur werden in der Literatur das Rectum, der Nasopharynx, der Ösophagus, der äußere Gehörgang und das Trommelfell angegeben. (14, 42,6o.61)
Whitby und Dunkin (61) schreiben, daß die Temperatur im Ösophagus 24 cm unterhalb der Cartilago corniculata im Schnitt nur o,25°C von der Temperatur des Gehirns in 4 cm Tiefe differiert, so daß die Ösophagustemperatur als guter Repräsentant der Kerntemperatur angesehen werden kann.

Beim intubierten, kontrolliert beatmeten Patienten sinkt die Temperatur in den oberen Zweidritteln abhängig von der Lage des Tubus und der Größe des Atemminutenvolumens. Nur die Temperatur des unteren Viertels des Ösophagus bleibt davon unbeeinflußt (6o). Holdcroft und Hall (26) stellten eine Korrelation zwischen Ösophagustemperatur und der Temperatur im äußeren Gehörgang von r=o,93 fest. Im Gegensatz zu den Messungen der Ösophagustemperatur wurden keine Traumen hervorgerufen und das Meßinstrument wurde auch von den wachen Patienten gut toleriert. Eigene Erfahrungen stimmen mit denen der beiden Autoren überein: Beim Einbringen der Meßsonde in den Ösophagus waren Verletzungen der Schleimhaut im Bereich des Nasopharynx leider keine Seltenheit. Mögliche Traumen des Trommelfells wären jedoch folgenschwerer.
Die im Nasopharynx gemessene Temperatur gilt als unsicherer Schätzer der Kerntemperatur.
Die Rectaltemperatur erscheint als Repräsentant der Kerntemperatur ebenfalls wenig geeignet, da sie nach Ergebnissen von Plötz und Letzel (42) im Schnitt o,34°C, nach Crocker und Mitautoren (13) sogar fast o,6°C über der Ösophagustemperatur liegt.
Die Rectaltemperatur zeigt Veränderungen der Kerntemperatur etwa 15 bis 2o Minuten später an als z.B. die Temperatur des Nasopharynx (23).
In der vorliegenden Untersuchung wurde die Temperatur im Ösophagus und unter der Schulter des ausgelagerten Armes gemessen. Dieser Meßpunkt kann nicht als Repräsentant der Körperperipherie gelten, da das Gewebe durch die Oberfläche des Operationstisches vor Wärmeverlusten geschützt und dadurch wärmer wird. Eine Aussage über den Trent der Temperatur der Peripherie ist jedoch möglich, auch ist es möglich,die lokale Wärmebelastung der Haut durch die Wärmematte zu beurteilen, um durch Abschalten der Wärmematte möglichen Verbrennungen vorzubeugen.

Faktoren,die den Wärmeverlust beeinflussen

Raumtemperatur

Als Ursache des Wärmeverlustes während Anästhesie und Operation ist die niedrige Umgebungstemperatur im Operationssaal anzusehen.
Morris fand 1971 (37) anhand Messungen an 45 Patienten eine lineare Korrelation zwischen der Veränderung der Ösophagustemperatur und der Raumtemperatur. Er unterteilte die Raumtemperaturen nach Wirkung auf den Wärmeverlust in 3 Gruppen:
Bei Raumtemperaturen zwischen 17 und 21°C fiel die Temperatur aller Patienten, zwischen 21 und 24°C blieb die Ösophagustemperatur von 7o% über 36°C, während bei Temperaturen zwischen 24 und 26°C keine signifikante Veränderung der Ösophagustemperatur zu verzeichnen war.

Zeit

Der Wärmeverlust des Körpers ist eine Funktion der Zeit. Diese Funktion nimmt jedoch keinen linearen Verlauf an. Das dürfte zwei Gründe haben. Zum einen findet zu Beginn der Anästhesie ein Temperaturstrom vom Körperkern in die Peripherie statt. Dieser hat seine Ursache in der anästhesiebedingten Vasodilatation. Wie auch bei den eigenen Messungen zu beobachten war, fällt die Temperatur des Kerns zu Beginn der Narkose besonders schnell ab, während die Körperschale an Wärme gewinnt, wie aus der Temperaturmessung unter der Schulter des ausgelagerten Armes ersichtlich wird. Die Temperaturen der Schale und des Kerns nähern sich an, um dann in paralellem Verlauf abzufallen. Mit der Verringerung der Temperaturunterschiede innerhalb des Körpers verringert sich auch die Geschwindigkeit, mit der der Körperkern an Temperatur verliert. Diese anfängliche Erwärmung der Peripherie auf Kosten des Kerns steigert natürlich den Wärmeabstrom an die kalte Umgebung. Nach dem weitgehenden Ausgleich der Temperaturdifferenz zwischen Kern und Schale verringert sich mit sinkender Temperatur auch der Wärmeabstrom an die Umgebung. So sinkt die Körpertemperatur langsamer ab, es konnte oft beobachtet werden, daß die Temperaturen ein bestimmtes Niveau erreichen, das dann im weiteren Verlauf gehalten wurde. Zu diesem Zeitpunkt scheint ein Fließgleichgewicht zwischen Wärmeabstrom und stoffwechselbedingter Wärmeproduktion entstanden zu sein.

Anästhetika

Trotz der stets mit der Narkose einhergehenden Ausschaltung des Temperaturzentrums im Hypothalamus zeigen einige Anästhetika besondere Einflüsse auf den Temperaturverlauf. Engelmann und Lockhart (18) stellten 1972 anhand von Messungen an 46 Kindern fest, daß die Körpertemperatur unter Narkose mit Ketamine-HCl nicht so stark absank wie unter Halothan-Anästhesie. Die Ursache dieser Beobachtung liegt in der Steigerung des Stoffwechsels durch Ketamine-HCl. Während Ketamine-HCl den mittleren Sauerstoff-Ruheumsatz des Hundes auf 25% steigert, senken Methoxyflurane, Halothan, Dipiritramid und Barbiturate den mittleren Umsatz um 3o, 2o, 18 bzw. 1o% (7).
Bei Menschen ist der "kalorigene Ketamineeffekt" noch größer. Ketamine-HCl führt zu einer durchschnittlich 45 bis 93%igen, zeitabhängigen, gipfelförmigen Stoffwechselsteigerung. Dieser kalorigene Effekt wird durch kompetitieve Muskelrelaxantien um 55%, durch depolarisierende Relaxanthien um 5o% gesenkt.(6)
Trotz scheinbar eindeutiger Differenzen unter Anästhesie mit Fentanyl, o,5% und 1% Halothan konnten Holdcroft und Hall (26) keine signifikant unterschiedlichen Wärmeverluste feststellen. Siehe dazu auch Tabelle Nr. 5, 6 und 7.
Auch Morris (37) fand kein unterschiedliches Temperaturverhalten bei der Verwendung von Äther, Methoxyflurane, Halothan oder einem anderen Narkotikum. Crocker und Mitautoren (13) bestätigten anhand ihrer zahlreichen Messungen den kalorigenen Ketamineeffekt. Auch beobachteten sie einen Temperaturanstieg, wenn Suxamethonium mit Halothan kombiniert wurde, was sie vermuten ließ, die maligne Hyperthermie könne durch ein Überschießen dieses "synergistischen Effektes" entstehen.
Goldberg und Roe (21) beobachteten eine Verdopplung der Geschwindigkeit des Temperaturabfalls unter Curare-Medikation. Sie relativierten dieses Ergebnis jedoch, da sie

verlustes nicht nur in der verminderten muskulären Aktivität, sondern auch in der Art der Operation sahen, für die eine Muskelrelaxation notwendig geworden war.

Art des Eingriffes

Die Art der Operation kann insofern einen Einfluß auf den Temperaturverlauf nehmen, als daß der evaporative Wärmeverlust durch großflächige Wunden oder Freilegung seröser Häute bei Eröffnung der Körperhöhlen vergrößert werden kann. Gefäßchirurgische Eingriffe scheinen mit einem großen Temperaturverlust einherzugehen: Searle (48) schildert in einer Fallbeschreibung das Auskühlen einer 43-jährigen Patientin bis auf 33,2 °C Rectaltemperatur.
Newmann (4o) fand bei 6 von 15 Patienten Ösophagustemperaturen unter 32 °C.
Auch die Thorakotomie gilt als Eingriff, der mit starken Wärmeverlusten einhergeht. Dyde und Lunn (17) fanden bei 1o Thorakotomien eine mittlere Kerntemperatur von 35,26 °C nach durchschnittlich 2 Std. und 45 Min. Operationszeit. Die Messungen von Dyde und Lunn können jedoch nicht der Beleg für einen außergewöhnlich hohen Temperaturverlust durch die Thorakotomie sein. Denn bei den eigenen Messungen erlitten die Patienten der Kontrollgruppe sogar größere Temperaturverluste. Allerdings muß dabei berücksichtigt werden, daß diese größeren Temperaturverluste durch eine im Schnitt o,7 °C kältere Raumtemperatur begünstigt wurde.
Morris (39) konnte bei insgesamt 45 Messungen keinen signifikanten Unterschied der Temperaturverläufe während intra- und extraabdominellen Operationen feststellen. Leider erwähnt Morris nicht, welcher Art die extraabdominellen Operationen sind. Goldberg und Roe (21) hingegen finden einen signifikanten Unterschied: Einem Temperaturabfall um o,7 °C bei intraabdominellen Eingriffen stehen o,3 °C Temperaturabfall bei Operationen ohne Eröffnung einer Körperhöhle gegenüber. Vielleicht sind diese schlecht übereinstimmenden Ergebnisse darauf zurückzuführen, daß das Temperaturverhalten weniger im Bezug auf die operationsbedingt geschaffene,verdunstende Fläche und andere Variabele, als vielmehr auf

Klassifizierung der Eingriffe nach verschiedenen Operationsverfahren untersucht wurde.

Alter der Patienten

Untersuchungen an kleineren Patientenzahlen zufolge ist kein Zusammenhang zwischen Alter der Patienten und Wärmeverlust während der Anästhesie zu erkennen (25, 37).
Die eigenen Beobachtungen erbrachten das gleiche Resultat.
Auch Crocker und Mitautoren (13) stellten bei der großen Zahl von 241o Messungen keinen Zusammenhang zwischen Alter und Temperaturverhalten fest.
Goldberg und Roe (21) hingegen kommen zu eindeutigen Ergebnissen. Siehe dazu Tabelle Nr. 7. Dieser Arbeit zufolge steigt der Temperaturverlust mit zunehmendem Alter. Diese Tendenz wäre bei Personen im Alter über 6o Jahren besonders deutlich. Die beiden Autoren machen jedoch weder Angaben über die Patientenzahlen in den gebildeten Altersklassen, über eventuell unterschiedliche Narkoseführungen, noch über die Art der Operationen, so daß möglicherweise zusätzliche Variabele mit in die Wertung eingehen.
Insgesamt scheint ein Zusammenhang zwischen Alter und Temperaturverlust nicht gesichert zu sein.

Geschlecht der Patienten

In den vorliegenden Arbeiten beschreiben nur Crocker und Mitautoren (13) einen Unterschied im Temperaturverlauf von männlichen und weiblichen Patienten. Die Ösophagustemperaturen,nicht aber die Rectaltemperaturen lagen bei Frauen in der ersten halben Stunde signifikant höher als bei den Männern, was einer höheren Ausgangstemperatur entspricht. Die Temperaturverläufe ließen keine Unterschiede erkennen.

Körperliche Konstitution der Patienten

Weder Goldberg und Roe (21), noch Holdcroft und Hall (26) können einen Einfluß der Körperoberfläche oder des Gewichtes auf den Temperaturverlust feststellen. Holdcroft und Hall fanden als besten Zusammenhang zwischen Konstitution und Wärmeverlust eine Korrelation von r= o,26 zwischen der Dicke des subkutanen Fettes und der Hauttemperatur.

Infusionen

Kalte Infusionen entziehen dem Körper Wärme. Rechnerisch würde die Infusion von einem Liter Flüssigkeit mit der Temperatur von 21 °C, also Raumtemperatur, die durchschnittliche Körpertemperatur eines 6o kg schweren Menschen von 36 auf 35,82 °C herabsetzen. Ein Liter mit der Temperatur von Blutkonserven, nämlich 4 °C, würde zu einem Abfall von 36 auf 35,48 °C führen. Newman (4o) konnte den Effekt kalter Infusionen auf die Körpertemperatur nachweisen, da es ihr gelang, den Temperaturverlust durch Erwärmung der Infusionsflüssigkeiten zu drosseln.

Beobachtungen verschiedener Autoren
über die Höhe des intraoperativen Wärmeverlustes.

Der schon 1880 von Kappeler (28) beobachtete Abfall der Körpertemperatur wird von einigen Autoren quantifiziert. Oft erreicht der Verlust an Körperwärme beträchtliche Ausmaße. Newman (40) beobachtete als niedrigsten Wert eine Ösophagustemperatur von 30 °C. Bei der eigenen Untersuchung fiel die Ösophagustemperatur einer 66 Jahre alten Frau nach 3 Stunden Operationszeit auf den niedrigsten beobachteten Wert, nämlich auf 34,3 °C. Insgesamt fiel die Ösophagustemperatur von 8 Patienten auf Werte unter 35 °C.
Eine Übersicht über durchschnittliche Temperatur- und Wärmeverluste aus den Messungen verschiedener Autoren geben Tabelle Nr. 5 und 6.
Es fällt auf, daß sich die Angaben zum Teil stark unterscheiden. Den gut übereinstimmenden Ergebnissen von Plötz und Letzel (42), Shanks (50) und den eigenen Messungen stehen die von Crocker und anderen (13) aus 2410 Operationen gewonnenen Ergebnissen gegenüber.
Die unterschiedlichen Ergebnisse sind auf unterschiedliche Bedingungen zurückzuführen.
Newman (40) beschreibt den sehr großen Temperaturabfall von durchschnittlich 3,04 °C in 5 Stunden 37 Minuten, gemessen während 15 gefäßchirurgischer Eingriffe.
Es erscheint unwahrscheinlich, daß die von Goldberg und Roe (21), von Smith (51) oder von den anderen Autoren beobachteten Patientengruppen einen derartigen Temperaturverlust erlitten hätten, auch wenn die Operationen ebenfalls eine Dauer von mehr als 5 Stunden erreicht hätten.
Die Angabe von Wärmeverlusten, wie es Shanks (50), Holdcroft und Hall (26) und Goldberg und Roe (21) tun, stellt eine Informationsbereicherung dar. Um eine exakte Angabe des Wärmegehaltes des menschlichen Körpers machen zu können, sind jedoch umfangreiche Messungen erforderlich, wie oben beschrieben. Eine Angabe des Wärme-

verlustes in der Zeit, wie sie von Holdcroft und Hall und Goldberg und Roe gemacht wird, erscheint fragwürdig, da, wie oben diskutiert, der Wärmeverlust ebensowenig wie der Temperaturverlust einen linearen Verlauf annimmt. Shanks gibt den Wärmeverlust für die erste und die zweite Stunde der Anästhesie an, und es ist zu sehen, daß die Zahl in der zweiten Stunde nicht mehr halb so groß ist, wie in der ersten Stunde.

Tabelle Nr. 5

Angaben verschiedener Autoren über das durchschnittliche Absinken der Kerntemperatur während Narkose und Operation

Autoren	Zahl der Patienten	Temperaturverlust/zeit	Temperaturmessung	Raumtemperatur
Plötz u. Letzel (42)	36	o,75°C / 6o Min. 1,12°C / 12o Min.	im Ösophagus	21,9°C
Crocker u. andere (13)	241o	o,3°C / 6o Min.	im Ösophagus oder Rectum	21,8°C
Shanks (5o)	25	o,66°C / 6o Min.	im Ösophagus, Rectum, Nasopharynx oder Gehörgang	21,7°C
eigene Ergebnisse (Kontrollgruppe)	23	o,6o°C / 6o Min.	im Ösophagus	2o,5°C
Newman (4o)	15	3,o4°C/ 5 Std. 37 Min.	im Ösophagus	nicht angegeben
Smith (51)	32 Narkosen 7 Spinalanästhesien	o,99°C/ 3 Std. 28 Min.	im Ösophagus	2o,7°C
Goldberg u. Roe	1o1 in drei Gruppen nach Alter getrennt	2o-39 Jahre alt : o,38°C / 2,1 Std. 4o-59 Jahre alt : o,45°C / 2,2 Std. über 6o Jahre alt : o,89°C / 2,3 Std.	im Ösophagus	19-25°C

Tabelle Nr. 6

In der Literatur angegebener Wärmeverlust während Narkose und Operation

Autoren	Zahl der Patienten	durchschnittlicher Wärmeverlust	durchschnittliche Raumtemperatur
Shanks (5o)	15	19,7 kcal in 6o Min. 26,7 kcal in 12o Min.	21°C
Holdcroft u. Hall (26)	23 Patienten nach Anästhetika in drei Gruppen unterteilt	mit Fentynyl: 2,87 kcal/m² Std. mit o,5% Halothan: 8,13 kcal/m² Std. mit 1% Halothan: 9,33/m² Std.	24°C
Goldberg u. Roe (21) *	1o1 Patienten nach Alter in drei Gruppen unterteilt	2o-39 Jahre : 5,6 kcal/m2 Std. 4o-59 Jahre : 8,o kcal/m² Std. über 6o Jahre : 12,9 Kcal/m² Std.	19-25°C

*Dem Methodikteil der zitierten Arbeit zufolge scheint die Körperwärme der Patienten nur anhand von Messungen der Rektaltemperatur berechnet worden zu sein.

Überlegungen zu den Wirkmechanismen der Wärmematte und der Aluminiumfolie.

Die Funktion der beiden untersuchten Hilfsmittel beruht auf verschiedenen Mechanismen: Durch die Wärmematte soll der Wärmeverlust an die Umgebung ersetzt werden, während mit Hilfe der Aluminiumfolie der Wärmeverlust verringert werden soll.
Die von der Matte übertragende Wärme ist eine Funktion der Mattentemperatur, der Größe der Berührungsfläche zwischen Matte und Körper des Patienten und der Wärmeaufnahme, die von der Durchblutung der aufliegenden Gewebe abhängig ist. Um Verbrennungen vorzubeugen, darf die Temperatur der Matte eine bestimmte Grenze nicht überschreiten. Bei unbehinderter Durchblutung ist die menschliche Haut in der Lage, einen Kontakt mit einem guten Wärmeleiter mit der Temperatur von 41 °C über einen praktisch unbegrenzten Zeitraum schadlos zu überstehen (63). Die Wärmetoleranz sinkt jedoch erheblich, wenn die Hautdurchblutung behindert ist (63). Durch den Druck des Körpergewichtes wird die Durchblutung besonders über Knochenvorsprüngen behindert. So berichten Crino und Nagel (12) über zwei Fälle, in denen Verbrennungen zweiten und dritten Grades durch Wärmematten entstanden sind. Beide Verbrennungen fanden sich über knöchernen Prominenzen. Beide Patienten waren Diabetiker im Alter von 62 und 67 Jahren, waren also durch die wahrscheinlich bei ihnen bestehende Mikroangiopathie zusätzlich gefährdet. Die Operationsdauer betrug 8 bzw. 7 Stunden und 15 Minuten. Scott und Oteen (47) schildern 3 Fälle von Verbrennungen, die durch Wärmematten mit Temperaturen von 42 °C entstanden sind. Auch in diesen Fällen entstanden die Verletzungen über knöchernen Vorsprüngen, in einem Fall allerdings schon nach einer Stunde Operationszeit. Der durch das Körpergewicht entstandene Druck wurde durch die unregelmäßige und harte Oberfläche dieser Matte nicht gemildert.
Am 11.2.83 berichten die Stuttgarter Nachrichten und die

Süddeutsche Zeitung über den Tod eines Mannes, der zuvor durch ein defektes Heizgerät auf dem Operationstisch Verbrennungen dritten Grades erlitten hatte. Laut Obduktionsbefund sei die Verbrennung am Tode des Mannes " mit ursächlich " gewesen (52.53).
Die Wahrscheinlichkeit eines unbemerkten Defektes dieser Art scheint sehr klein und nicht größer als bei anderen technischen Hilfsmitteln, ist jedoch, wie gesehen, nicht auszuschließen.
Die Berührungsfläche zwischen Matte und Körper wird mit der Nachgiebigkeit oder Anpassungsfähigkeit der Matte an die Körperoberfläche größer. Bei der eigenen Untersuchung beschränkte sich die Berührungsfläche zwischen Matte und Körper hauptsächlich auf die Schulter- und die Gesäßpartie und dürfte wohl kaum mehr als 2o% der Körperoberfläche betragen haben. Dabei sind die Berührungsflächen zwischen Matte und Körper auch sonst durch die OP-Tisch-Oberfläche vor Wärmeverlusten geschützt. Der Wärmeverlust über die anderen Flächen des Körpers wird nicht gedrosselt. Dieser Wärmeverlust besteht unter "Normalbedingungen" bei Raumtemperatur zu etwa 29% aus Verdunstungskälte, zu einem relativ geringen Teil aus konvektivem Wärmeverlust und zu etwa 6o% aus Radiation (15). Im kalten Operationsraum dürfte der Verlust durch Wärmestrahlung noch größer sein, da die Differenz zwischen den kalten, die Strahlung absorbierenden Wänden und der durch Vasodilatation erwärmten und schlechter isolierenden Haut größer ist. Die aluminiumbeschichtete Folie reflektiert den größten Teil der Radiation, was die Hauptursache des Effektes der Folie sein dürfte. Am Ende der Operation, wenn die Patienten wieder ins Bett umgelagert wurden, war die wasserundurchlässige Folie auf der dem Patienten zugewandten Fläche feucht. Es dürfte also eine annähernd luftfeuchtigkeitsgesättigte Atmosphäre um den Patienten herum entstanden sein, so daß auch der evaporative Wärmeverlust gesenkt worden wäre. Der ohnehin nur geringe

Anteil der Konvektion dürfte durch die
Folie zu einer vernachlässigbaren Größe werden

Aussagekraft des beobachteten Effektes der Wärmematte und der Folie im Hinblick auf zusätzliche Variabele.

Neben den zu untersuchenden Effekten der Wärmematte und der Folie gab es zusätzliche Variabele in den drei Gruppen. Die Bedingungen für die Gruppe mit Wärmematte und Kontrollgruppe waren gut vergleichbar. Es gab nur kleinere Unterschiede: Den Patienten der Gruppe mit Wärmematte wurde im Schnitt 183 ml Flüssigkeit pro Stunde oder 23% Flüssigkeit weniger infundiert als den Patienten der Kontrollgruppe. Die Zahl der intraabdominellen Operationen war in der Mattengruppe geringer. In der Gruppe mit Matte überwog die Zahl der männlichen, in der Kontrollgruppe die Zahl der weiblichen Patienten. Diese Unterschiede der beiden Gruppen erscheinen nicht derartig, daß sie ein unterschiedliches Temperaturverhalten erwarten lassen. Diesen gut vergleichbaren Gruppen steht die Foliengruppe gegenüber. Siehe Tabelle 1 und 2.
Um die Effektivität der Folie nicht einzuschränken, sollte eine möglichst große Fläche des Körpers bedeckt werden. Deshalb wurde die Folie nur während hals-nasen-ohrenärztlicher Eingriffe verwandt. Bei diesen Operationen mußten keine großflächigen Hautdesinfektionen mit leicht verdunstenden Flüssigkeiten vorgenommen werden, wie das bei den allgemeinchirurgischen und gynäkologischen Eingriffen in den beiden anderen Gruppen der Fall war. Auch wurden durch die meist mikrochirurgischen Operationen keine größeren Verdunstungsflächen geschaffen.
Den Patienten der Foliengruppe wurde durchschnittlich 293,2 ml/Std. infundiert, das entspricht nur 48 bzw. 37% der Infusionsvolumina der beiden anderen Gruppen.
Die Narkoseführung war grundlegend anders. 1o Patienten wurden mit Diazepam, Fentanyl und N_2O, eine Patientin mit Enflurane und N_2O anästhetisiert. Diese von Hutschenreuter beschriebene Abwandlung der Neuroleptanalgesie (16) könnte nach den Ergebnissen von Holcroft und Hall (26) mit einem etwas geringeren Wärme-

verlust als die Enflurane-Anästhesie
einhergehen.
Hingegen wurde in der Foliengruppe kein Ketamine gegeben, der " Kalorigene Ketamineeffekt" konnte also nur in den beiden anderen Gruppen zum Tragen kommen.
Zusätzlich lag die Temperatur im Operationssaal um 1,41 bzw. 1,5 °C unter der durchschnittlichen Raumtemperatur der anderen Gruppen, so daß aus der Summe der Variabelen keine deutlich unterschiedlichen Temperaturverläufe zu erwarten wären, zumindest die Foliengruppe nicht als bevorzugt anzusehen ist.

Wertung der Ergebnisse

Das Ziel der Untersuchungen, die Körpertemperatur der Patienten im normothermen Bereich zu halten, wurde mit Hilfe der Aluminiumfolie erreicht.
Die Wärmematte zeigte auch einen Effekt, konnte jedoch den Abfall der Körpertemperatur nicht wesentlich bremsen. Der eindeutig schnellere Temperaturwiederanstieg der Patienten der Gruppe mit Wärmematte gegenüber dem der Kontrollgruppe war vom Temperaturverlauf während der Narkose her nicht zu erwarten. Möglicherweise wurden die Gewebe, die der Matte direkt auflagen, erwärmt,konnten diese Wärme jedoch erst bei Ausleitung der Anästhesie wirksam an den Gesamtkörper weitergeben, sodaß erst jetzt die Kerntemperatur beeinflußt wurde. Die Patienten, die mit der Folie bedeckt waren, veränderten ihre Kerntemperatur postoperativ kaum, der Bereich der Normothermie war ja auch nicht verlassen worden.
Nach intraoperativ großen Temperaturverlusten stieg die Temperatur postoperativ häufig auf subfebrile oder sogar febrile Werte. Das kann als Produkt der mit der Wiedererwärmung einhergehenden Vasokonstriktion der Peripherie gesehen werden. Lord Brock, Skinner und Manders (9) beschreiben den Zusammenhang zwischen Anstieg der Kerntemperatur und Vasokonstriktion, meßbar an erniedrigten peripheren Temperaturen. Matthews und andere (34,35) empfehlen das Beobachten der peripheren Temperatur anhand der Temperatur der Zehen, um eine prolongierte periphere Vasokonstriktion als Ausdruck einer Anzahl möglicher pathologischer Prozesse früh genug erkennen zu können. Der prolongierten Vasokonstriktion, deren Entstehung durch Hypothermie gefördert wird, kommt ihren Ergebnissen zufolge eine schlechte prognostische Bedeutung zu.

Tyden (55) beobachtet nach Koronar-Bypass-Operationen in Hypothermie auf 39°C steigende Ösophagustemperaturen. Als Produkt der gleichzeitigen Vasokonstriktion beschreibt er ein ansteigen des Blutdruckes, anschließend bei zunehmender Erwärmung wieder abfallende Blutdruckwerte.
In der hier vorgelegten Untersuchung wurde der Blutzuckerwert aller Patienten in der frühen postoperativen Phase gemessen. Die durchschnittlichen Blutzuckerwerte lagen in der Kontrollgruppe und in der Gruppe mit Wärmematte deutlich über denen der Gruppe mit Folie. Dies war ein unerwartetes Ergebnis. Auf Grund des Temperaturverlustes, jedoch auch in Anbetracht der unterschiedlichen Operationen,wäre dieses Resultat durch eine Minderung der Glucosetoleranz im Sinne eines Postaggressionssyndroms interpretierbar. Die Stoffwechsellage wird durch ein Überwiegen der Stresshormone geprägt, letztlich entspricht dies auch der Erfordernis, durch Erhöhung der Stoffwechselrate den erlittenen Wärmeverlust wieder auszugleichen. So ist ein Zusammenhang zwischen Temperaturverlust und Glucosegehalt des Blutes denkbar.
Diese Überlegung läßt sich auch dadurch stützen, daß die Wärmebildung nicht nur über neuronal gesteuertes Muskelzittern geschieht, sondern ebenso über zitterfreie Wärmebildung, also über eine reine Erhöhung der Stoffwechselrate, welche ja hormonal gesteuert wird.
So beschreibt Searle (48) das schnelle postoperative Ansteigen der Temperatur auch ohne Muskelzittern, was auch mit den eigenen Beobachtungen übereinstimmt. Holdcroft und Hall (26) fanden keinen Zusammenhang zwischen erzeugter Gesamtwäre und Muskelzittern.
Die Auswertung der Blutgasanalysen zeigte keinen eindeutigen Trend. Das läßt zwar keine Aussage über den wohl in den einzelnen Gruppen unterschiedlichen Sauerstoffverbrauch zu, es waren jedoch auch keine Anzeichen einer Dekompensation,hervorgerufen durch eine gesteigerte Stoffwechselrate,zu erkennen.

In der Literatur beschriebene Versuche zur Vermeidung intraoperativer Wärmeverluste.

Mehrere Autoren versuchen mit Hilfe von Wärmematten das Auskühlen der Patienten während Operation und Narkose zu verhindern.
Winder und Vale (64) beschreiben eine neuentwickelte Matte. Sie ist 5 cm dick und mit hoch viskösem Methyl-cellulose-Gel gefüllt. Auf 33 bis 35°C erwärmt, soll sie das Absinken der Hauttemperatur unter 33 °C verhindern. Die Entwicklung dieser Matte folgt im Bericht von Benzinger und anderen (5), der ein Ansteigen der Wärmeproduktion und des Sauerstoffverbrauchs erst bei Hauttemperaturen unter 33 °C beschreibt. Vale und Lunn (58) testen diese Matte. Der nasopharyngeal gemessene Temperaturverlust von 1o erwärmten Patienten ist " nur halb so groß " wie der von 11 Kontrollpatienten. Die mittlere Hauttemperatur sinkt bei den Patienten der Kontrollgruppe um o,8 °C, bei Verwendung der Matte steigt sie um o,25 °C. Lewis und Mackenzie (32) benutzen in ihrer Untersuchung auch die von Vale und Winder beschriebene Matte, sie können jedoch keine signifikanten Temperaturunterschiede zwischen 8 auf der Matte liegenden Patienten und einer aus 2o Patienten bestehenden Kontrollgruppe feststellen. Die unterschiedlichen Ergebnisse können auch durch die kleine Anzahl der jeweiligen Messungen begründet sein. Dabei erscheint der Versuch wenig erfolgversprechend, das Abfallen der Körpertemperatur durch eine Wärmematte zu verhindern, deren Temperatur unter der Temperatur des Körperkerns liegt. So erreichten bei den eigenen Messungen viele Patienten der Gruppe mit Folie Temperaturen über 35 °C zwischen Schulter und Operationstisch. Eine Matte nach der Beschreibung von Vale und Winder hätte diesen Patienten also keine Wärme zuführen können, die Matte hätte ihnen sogar Wärme entzogen.
Morris und Kumar (38) gebrauchten eine auf 41 °C gebrachte,flüssigkeitsgefüllte Matte, konnten dabei

keinen signifikanten Effekt auf den Temperaturverlauf erwachsener Patienten nachweisen. Bei Kindern mit einer Körperfläche unter o,5 m² hatte die Matte nach einer Stunde Operationszeit eine signifikante Wirkung, verhinderte jedoch auch nicht den Abfall der Körpertemperatur (22).
Auf das Temperaturverhalten von Kindern mit einer Körperoberfläche von mehr als o,5 m² hatte die Matte keinen deutlichen Einfluß.
Newman (4o) kommt zu sehr positiven Ergebnissen bei Verwendung einer elektrisch auf 4o-42 °C geheizten Matte. Zusätzlich untersucht sie die Wirksamkeit erwärmter Infusionslösungen. Sie bildet 3 Gruppen. 15 Patienten werden unter Normalbedingungen operiert, 8 Patienten kommen während der Operation auf der Wärmematte zu liegen und 1o Patienten liegen auf der Matte und erhalten zusätzlich erwärmte Infusionslösungen. Die Ösophagustemperatur der unbeeinflußt operierten Patienten sank im Durchschnitt um 3,34 °C in einem Zeitraum zwischen 2 Stunden und 1o Stunden 3o Minuten. Mit Matte verringerte sich der Temperaturverlust auf durchschnittlich o,75 °C. Die zusätzliche Erwärmung der Infusionen ließ die Körpertemperatur der Patienten sogar um o,13 °C steigen. Der größte Temperaturverlust eines Patienten dieser Gruppe betrug nur o,5 °C.
Die Ergebnisse von Newman und von Morris und Kumar lassen sich nur durch unterschiedliche Wärmematten erklären. Tatsächlich wird die Newman'sche Matte elektrisch, die von Morris und Kumar gebrauchte Matte mit Wasser geheizt. Da beide Matten eine Temperatur von 4o-42 °C hatten, kann der große Effekt der von Newman benutzten Matte nur durch eine erheblich größere Berührungsfläche zwischen Matte und Körper bedingt sein.

Shanks (49) beatmete 15 Patienten mit auf Körpertemperatur erwärmtem und feuchtigkeitsgesättigtem Gas. Ab der 6o. Minute nach Einleitung der Anästhesie war der Wärmeverlust auf dem 2%-Niveau signifikant ge-

ringer, als bei 15 Patienten, die mit trockenem, unerwärmten Gas beatmet wurden. Diese Methode ließ zwar die Körpertempertur in der zweiten Stunde der Anästhesie wieder steigen, konnte jedoch eine insgesamt negative Wärmebilanz nicht verhindern. Aluminiumfolien werden schon länger benutzt, um Neugeborene vor Wärmeverlusten zu schützen. (2) Dyde und Lunn (17) untersuchten den Effekt auf den narkotisierten Patienten. Der Temperaturverlauf von insgesamt 2o Patienten wurde verfolgt.
Alle Patienten mußten sich Eingriffen mit lateraler Thorakotomie unterziehen. Die untere Körperhälfte von 1o Patienten wurde nach Einleitung der Narkose mit Aluminiumfolie umhüllt. Der durchschnittliche Wärmeverlust, berechnet nach der Formel von Burton und Edholm, betrug 2o kcal. mit Folie gegenüber 6o kcal. ohne Folie bei einer durchschnittlichen Operationszeit von 2 Std., 48 Min. bzw. 2 Std. 12 Min.
Im Bezug auf die mit etwa 5o% der Körperoberfläche relativ klein erscheinenden Fläche, die von der Folie bedeckt war, ist der Effekt der Aluminiumfolie erstaunlich.

Zusammenfassung

Unter den Bedingungen der Anästhesie wird der homoitherme Mensch poikilotherm. In den klimatisierten, kalten Operationssälen gibt der Körper Wärme an die Umgebung ab, oft werden hypotherme Körpertemperaturen gemessen. Mit dem Ende der Narkose ist der Körper bemüht, den erlittenen Wärmeverlust zu ersetzen. Das erfordert eine Steigerung des Stoffwechsels. Der dabei auf ein mehrfaches des Ruheumsatzes gesteigerte Sauerstoffbedarf stellt in der frühen postoperativen Phase eine zusätzliche Belastung dar. Auch wird das Frieren als höchst unangenehm empfunden.

In dieser Studie wurden zwei Methoden zur Eindämmung des intraoperativen Wärmeverlustes an insgesamt 51 Patienten erprobt. Es wurden 3 Gruppen gebildet. 17 Patienten lagen auf einer elektrisch auf 41 °C geheizten Wärmematte. 11 Patienten wurden bis auf den Kopf und einen Arm mit einer reflektierenden Aluminiumfolie bedeckt. Zum Vergleich wurde eine Kontrollgruppe, aus 23 Patienten bestehend, gebildet. Die Körpertemperatur wurde von der 1o. Minute nach Einleitung der Narkose bis zum postoperativ erfolgten Ausgleich des erlittenen Wärmeverlustes gemessen. Als Repräsentant der Kerntemperatur diente die Temperatur im Ösophagus, zusätzlich wurde die Temperatur unter der Schulter des ausgelagerten Armes gemessen. Erwartungsgemäß sanken die Temperaturen der Patienten der Kontrollgruppe am stärksten ab. Die durchschnittliche Kerntemperatur betrug nach 9o. Minuten 35,57 °C, bei 6 Patienten fiel sie auf 35 °C oder tiefere Werte ab. Bei einem Patienten wurde sogar eine Ösophagealtemperatur von 33,5 °C nach 3 Stunden und 15 Minuten Anästhesie gemessen. In der Gruppe mit Wärmematte war der Temperaturverlust geringer. Der Unterschied wurde jedoch erst nach 7o. Minuten auf dem 1o%-Niveau signifikant. Der größte Effekt konnte mit Hilfe der Folie erzielt werden. Der durchschnittliche Temperaturverlust lag unter

o,5 °C. Nur ein Patient fiel mit der Kerntemperatur unter 36 °C. Er erreichte als tiefsten Wert 35,8 °C nach 4o. Minuten, die Temperatur fiel im weiteren Verlauf nicht weiter ab. Der geringere Temperaturverlust der Foliengruppe war gegenüber der Kontrollgruppe ab der 5o. Minute auf dem 1%-Niveau, gegenüber der Wärmemattengruppe ab der 5o. Minute auf dem 5%-Niveau signifikant. Das Ziel, die Aufrechterhaltung der Normothermie,konnte mit Hilfe der Folie weitestgehend erreicht werden. Gleichzeitig mit der Reduktion der dem Patienten zugeführten Anästhetika begann die Temperatur gegen Ende der Operation wieder anzusteigen. Im Durchschnitt war dies 6. Minuten und 49 Sekunden vor der Extubation der Fall.
Die Geschwindigkeit des postoperativen Temperaturanstieges war individuell stark schwankend. Dabei stieg die Kerntemperatur der Patienten der Wärmemattegruppe wesentlich schneller an, als die der Kontrollgruppe. Dieser Effekt war nicht erwartet worden.

Literaturverzeichnis

1 Anderson PK, Hall KV et al. (1977) Burns Resulting from Peroperative Employment of Heated Mattresses. Ugeskr. Laeger 139:2568

2 Baum JD, Scopes JW (1968) The Silver Swaddler. Device for Preventing Hypothermia in the Newborn. Lancet 672

3 Bay J, Nunn JF, Prys-Roberts C (1968) Factors Influencing Arterial PO_2 during Recovery from Anaesthesia Brit J Anaesth 4o:398

4 Behmann FW (1958) Die Regulation der Wärmebildung bei künstlicher Hypothermie. Pflügers Archiv. 266:422

5 Benzinger TH, Kitzinger C, Pratt AW (1963) Temperature- its measurement and control in science an industry. Verlag C.M. Herzfeld 3:637

6 Braun U, Hasdemian A et al. (1975) Der kalorigene Ketamineeffekt an Menschen und seine Beeinflussung durch Muskelrelaxantien. Anästhesiologie und Wiederbelebung 94, Springer Verlag Berlin, Heidelberg. New York

7 Braun U, Hensel I et al. (1971) Der Einfluß von Methoxyflurane, Halothane, Dipiritramide, Barbiturat und Ketamine auf den Gesamtsauerstoffverbrauches des Hundes. Der Anästhesist 2o:369

8 British Medical Association Memorandum (1964) Br Med J 1225

9 Lord Brock, Skinner JM, Manders JT (1975) Observations on Peripheral and Central Temperatures with Particular Reference to the Occurrence of Vasoconstriction. Brit J Surg 62:589

1o Burton AC, Edholm OG (1955) Man in cold enviroment. Arnold. London

11 Cohen M (1967) Investigation into Shivering

Following Anaesthesia. Preliminary Report.
Proc R soc Med 6o:752

12 Crino MH, Nagel EL (1968) Thermal Burns Caused by Warming Blankets in the Operating Room. Clinical Workshop 29:149

13 Crocker BD, Okumura F et al. (198o) Temperature Monitoring during General Anaesthesia. Brit J Anaesth 52:1223

14 Davis SG (19o9) On the Effects of Narcosis upon the Body Temperature. John Hopkins Hospital Bulletin 217:118

15 Du Bois EF (1937) The Mechanism of Heat Loss and Temperature Regulation. Stanford University Press. Stanford (California)

16 Dudziak R (1978) Praxis der Anästhesie. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Seite 311 folgende

17 Dyde JA, Lunn HF (197o) Heat Loss during Thoracotomy. Thorax 25:355

18 Engelman DR, Lockhart CH (1972) Comparisons between Temperature Effects of Ketamine and Halothane Anaesthesia in Children. Current Researches 51:98

19 Erikson E, Holmdahl MH (197o) Iatrogen Burn Lesions. Lakartidn 67:5o85

2o Fox RH, Woodward PM et al. (1971) Diagnosis of Accidental Hypothermia of the Elderly Lancet 424

21 Goldberg MJ, Roe CF (1966) Temperature Changes during Anaesthesia and Operations. Arch Surg 93:365

22 Goudsouzian NG, Morris RH, Ryan JF : The Effects of a Warming Blanket on the Maintenance of Body Temperature in Anesthetized Infants and Children.

Clinical Workshop 39:351

23 Hall GM (1978) Body Temperature and Anaesthesia. Brit J Anaesth. 5o:39

24 Ham J. Stanski DR et al. (1979) Curare Neuromuscular Blockade during Hypothermia in Man. Anesthesiology 51:284

25 Hardy JD. Dubois EF (1938) Skin temperature, symmetry and mean. J Nutr 15:461

26 Holdcroft A, Hall GM (1978) Heat Loss during Anaesthesia.

27 House F, Vale R (1972) Nomograms for Calculation Of Heat Loss.
British Medical Journal. Oct 1972:2o

28 Kappeler (188o) Anästhetica. Deutsche Chirurgie 33:168

29 Klöss T (1983) Pathophysiologie, Diagnose und Behandlung akzidenteller Unterkühlungen- Teil 1. Anästh Intensivmed 24:6

3o Klöss T (1983) Pathophysiologie, Diagnose und Behandlung akzidenteller Unterkühlungen - Teil 2.

31 Knight RT (1942) Elevation of Body temperature during anaesthesia and its control. Anaesth and Analg 21:117

32 Lewis DG, Mackenzie A (1972) Cooling during Major Vascular Surgery. Brit j Anaesth 44:859

33 Lewis FJ, Taufic M (1953) Closure of arterial septal defects with the aid of hypothermia, experimental accomplishment and report of one successful case. Surgery 33:52

34 Matthews HR, Meade JB, Evans CC (1974) Peripheral Vasoconstriction afer Open-Heart Surgery. Thorax 29:338

35 Matthews HR, Meade JB, Evans CC (1974) Significance of Prolonged Peripheral Vasoconstriction after Open-Heart Surgery. Thorax 29:343

36 Mellinger TJ (196o) Muscle Relaxants and Cooling Rate in Hypothermic Anaesthesia. Annals of Surgery 152:1o78

37 Morris RH (1971)Operating Room Temperature and the Anesthetized Paralyzed Patient. Arch Surg 1o2:95

38 Morris RH, Kumar A (1972) The Effect of Warming Blankets on Maintenance of Body Temperature of the Anesthetized, Paralyzed Adult Patient. Clinical Workshop 36:4o8

39 Morris RH, Wilkey BR (197o) The Effects of Ambient Temperature on Patient Temperature during Surgery Not Involving Body Cavities. Anesthesiology 32:1o2

4o Newman BJ (1971) Control of Accidental Hypothermia. Anaesthesia 26:177

41 Park WJ, Macnamara TE (1979) Temperature Change and Neuromuscular Blockade by d-Tubocurarine or Pancuronium in Man. Anesthesiology 5o:161

42 Plötz J, Letzel H (1982) Simultane Erfassung von Haut-, Sublingual-, Ösophageal- und Rectaltemperatur bei intubierten Patienten im klimatisierten Operationssaal. Anästhesist 31:396

43 Ramanathan NL (1964) New Weighting System for Mean Surface Temperature of the Human Body. Journal of Applied Physiology 531

44 Rasmussen NJ, Andersen PK et al. (1978) Ein neues, sicheres System zur Verhinderung peroperativer Hypothermie. Anästhesist 27:5o1

45 Roe CF, Goldberg MJ et al. (1966) The Influence of

Body Temperature on Early Postoperative Oxygen Consumption.Surgery 6o:85

46 Schultis K (1975) Postaggressionsstoffwechsel als Adaption und als Krankheit. In Heberer, Schultis, Hoffmann: Postaggressionsstoffwechsel. Schattauer Verlag, München Seite 3 folgende

47 Scott SM, Oteen NC (1967) Thermal Blanket Injury in the Operation Room. Arch Surg 94:181

48 Searle JF (1971) Incidental Hypothermia during Surgery for Peripheral Vascular Disease. Brit J Anaesth 43:1o95

49 Shanks CA (1974) Humidification and Loss of Body Heat during Anaesthesia II Effects in Surgical Patients. Brit J Anaesth 46:863

5o Shanks CA (1975) Mean Skin Temperature during Anaesthesia. Brit J Anaesth 47:871

51 Smith NT (1962) Subcutaneous, Muscle and Body Temperatures in Anesthetized Man. Journal of Applied Physiology 17:3o6

52 Stuttgarter Nachrichten vom 11.2.1983, Seite 9

53 Süddeutsche Zeitung vom 11.2.1983

54 Swan H, Zeavin et al. (1953) Surgery by direct vision in the open heart during hypothermia. J Am med Ass 153:1o81

55 Tyden H (1979) Influence of Body Temperature during cardiopulmonary bypass on the haemodynamics early after aortocoronary bypass surgery. Acta anaesth scand 33:545

56 Vale JA (1972) Cooling during Vascular Surgery. Brit J Anaesth 44: 1334

57 Vale RJ (1973) Normothermia : Its Place in Operative and Post-Operative Care. Anaesthesia 28:241

58 Vale JA, Lunn HF (1969) Heat Balance in Anesthetized Surgical Patients.
Proc roy Soc Med 62:1o17

59 Vivori E, Bush GH (1977) Modern Aspects of the Management of the Newborn Undergoing Operation.
Brit J Anaesth 49:51

6o Whitby JD, Dunkin LJ (1966) Temperature Differences in the Oesophagus.
Brit J Anaesth 41:615

61 Whitby JD, Dunkin LJ (1971) Cerebral, Oesophageal and Nasopharyngeal Temperatures.

62 Wicklmayr M, Günther B et al. (198o) Verwertung von Fructose und Glucose durch den Skelettmuskel in der frühen postoperativen Phase.
In Heberer, Schultis, Günther: Postaggressionsstoffwechsel II. Schattauer Verlag, München Seite 45 folgende

63 Wienert V, Sick H, Zur Mühlen J (1983) Lokale thermische Belastbarkeit der menschlichen Haut.
Anästh Intensivther Notfallmed 18:88

64 Winder AF, Vale RJ (197o) Heat-retaining Mattress for Temperature Control in Surgery.
British Medical Journal 1:168

Lebenslauf

Am 29.4.1955 wurde ich, Martin Höffkes, als Sohn des Arztes Hans Höffkes und seiner Ehefrau Agnes, geborene Effenberger, in Visbek, geboren.
Im Frühjahr 1962 wurde ich eingeschult und besuchte die katholische Grundschule in Dinslaken.
1966 wechselte ich zum neusprachlichen Theodor Heuss Gymnasium in Dinslaken. Dort bestand ich im Juli 1974 mein Abitur.
Von August 1974 bis November 1975 leistete ich Zivildienst im St.-Vinzenz-Hospital Dinslaken.
Zum Wintersemester 1976/77 immatrikulierte ich mich an der Universität zu Köln, setzte das Medizinstudium dann ab Sommersemester 1977 an der Universität Marburg fort.
Nach dem zweiten Staatsexamen im April 1982 wechselte ich an die Universität Tübingen und kam zum Praktischen Jahr an das Paracelsus Krankenhaus in Ostfildern-Ruit.

Am 25.4.1983 legte ich das Dritte Staatsexamen ab.

Vom 1.7.1983 bis zum 31.7.1984 arbeitete ich als Assistenzarzt in der Inneren Abteilung des Evangelischen Krankenhauses in Dinslaken.
Ab dem 1.8.1984 setzte ich meine Ausbildung in der Inneren Medizin im St.-Vinzenz-Hospital in Dinslaken fort.